

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-311948

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl. G06T 15/00

G06T 15/70

(21)Application number : 08-129594

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.05.1996

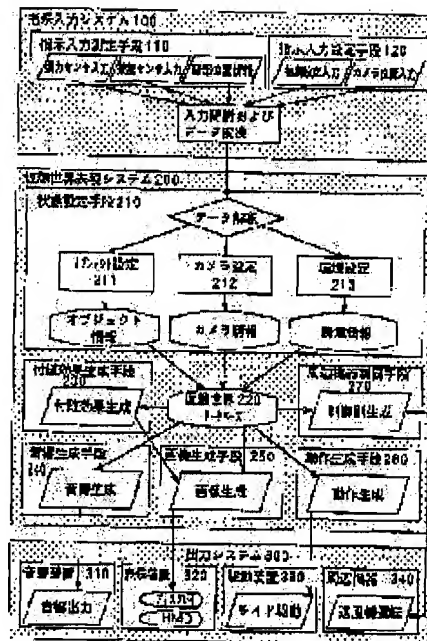
(72)Inventor : AKAHA SEIICHI
MATSUKUMA NOBUHIKO
YANAGIMOTO MANABU
KURIHARA TSUNEYA
YANO HARUICHI
HAMANO SHUNJI

(54) VIRTUAL SPACE GENERATION AND MOTION RIDE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain the real performance by recognizing the contents of instructions based on the contact frequency and the contact impact force caused between an input device and an instruction input measurement means and communicating these recognized contents to a virtual expression system.

SOLUTION: A virtual world expression system 200 of a virtual space generation/motion ride system generates the images, the operations of a motion ride device, the sounds and the control rules of peripheral devices. An input system 100 inputs the instructions, and an output system 300 visualizes the images generated by the system 200 and turns the sounds produced by the system 200 into the audible sounds. At the same time, the system 300 drives the motion ride device and operates the peripheral devices. In such a way, a virtual world is created in the system 200. In other words, the contact frequency and the contact impact force which are caused between an input device and an instruction input measurement device are detected as the input of instructions. Then the contents of instructions are recognized, based on a prescribed standard of evaluation, and these contents are communicated to the system 200.



[0070] Now, the operation of the virtual space generation/motion ride system according to the present invention will be described. Here, a horse as an object and a race track as an environment will be used for the description.

[0081] The outline of macro processing is shown in Fig. 20. First, in the macro operation processing, the possibility of a collision in the virtual world is decided. The possibility of a collision is decided by using a distance between mutual objects and relative speed. If there is a possibility of a collision, the direction of movement is changed according to a rotation processing in order to avoid the collision. If there are no possibilities of a collision, it is examined which instruction is set to the object concerned. If nothing is input then, a default instruction can be adapted. Then, running processing related to the instruction is performed. Running processing includes decelerating, accelerating, straight going, jump, etc.

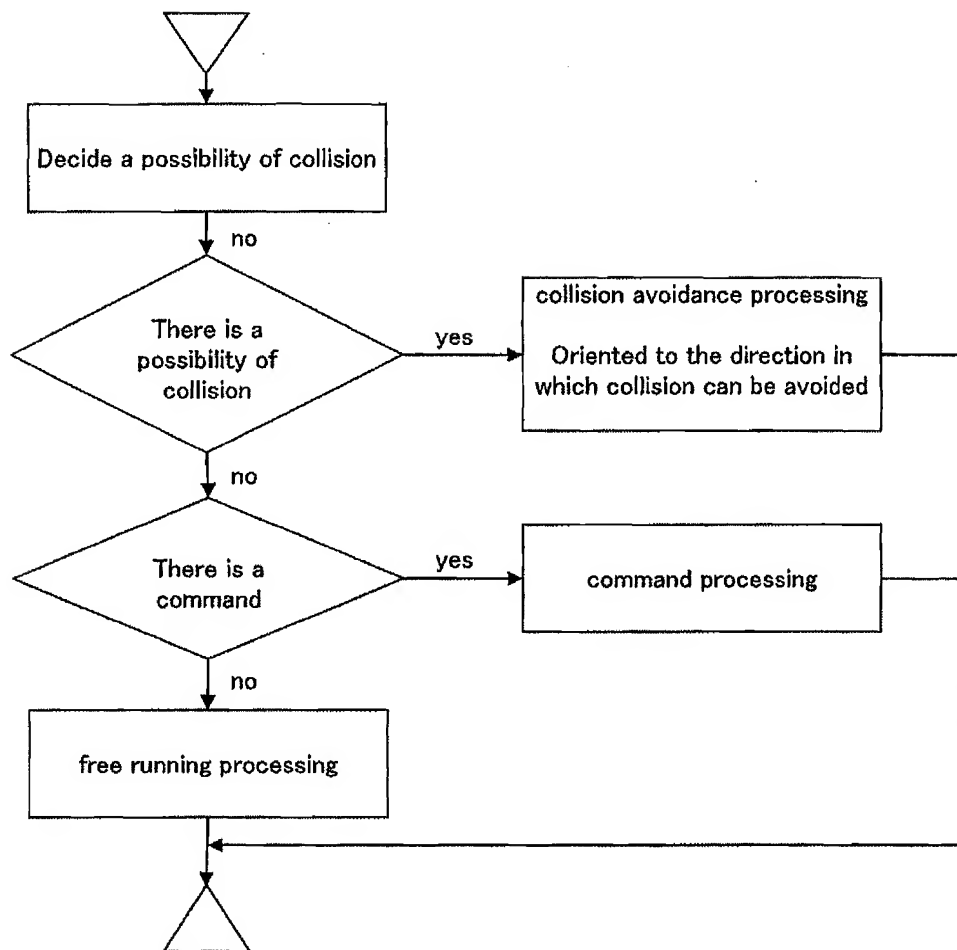


FIG. 20

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-311948

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 6 T 15/00
15/70

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

3 6 0

3 4 0 K

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-129594

(22) 出願日 平成8年(1996)5月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 赤羽 誠一

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

株式会社日立製作所内

(72) 発明者 松隈 信彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所デザイン研究所内

(72) 発明者 柳本 学

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所デザイン研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

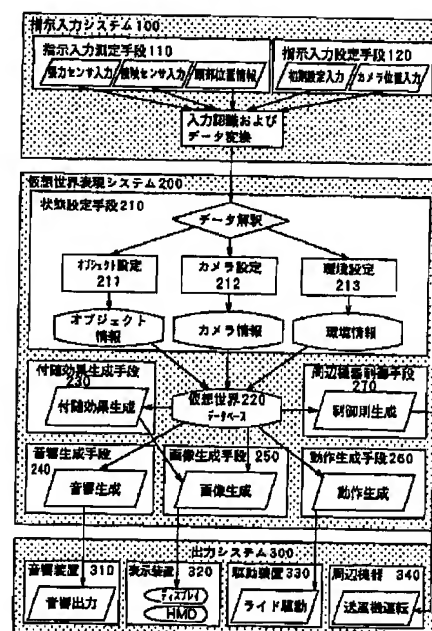
(54) 【発明の名称】 仮想空間生成／モーションライドシステム

(57) 【要約】

【課題】 リアリティある仮想空間を生成することができる仮想空間生成／モーションライドシステムを提供する。

【解決手段】 本発明の仮想空間生成／モーションライドシステムは、画像の生成、モーションライド装置の動作生成、音響の生成、及び周辺機器の制御則の生成を行う仮想世界表現システム200と、指示を入力するための入力システム100、仮想世界表現システム200で生成された、画像の可視化、音の可聴化、モーションライド装置の駆動、周辺機器の運転を行う出力システム300から構成される。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】画像を生成して表示する仮想空間生成装置と、人間を搭乗して3次元方向に動作するモーションライド装置において、

少なくともひとつのオブジェクトと、そのオブジェクトが存在する環境とを含む仮想世界を構築すると共に、その少なくとも一部を可視的に表示するための画像を生成し、さらにオブジェクトの動作に対応するモーションライド装置の動作を生成する仮想世界表現システムと、上記仮想世界表現システムによって生成された画像を可視的に出力し、上記仮想世界表現システムによって生成された動作を実行する出力システムと、上記仮想世界表現システムに対して指示を入力するための指示入力システムを備え、

上記指示入力システムは、

モーションライド装置表面の少なくとも一部分で、入力装置と指示入力測定手段との間の接触回数および、接触の際の衝撃力を指示入力として検出して、それを予め設定した評価基準にしたがって指示の内容を認識し、その指示内容を上記仮想世界表現システムに通信する指示内容認識手段を有することを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【請求項2】請求項1の仮想空間生成／モーションライドシステムにおいて、モーションライド装置に設置された指示入力測定手段によって、入力装置により入力された張力およびその方向を指示入力として検出し、その指示内容を上記仮想世界表現システムに通信する指示内容認識手段を有することを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【請求項3】請求項1の仮想世界表現システムにおいて、仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界の画像を表示する際の視点と、仮想世界内の環境の状態に関する情報を蓄積する仮想世界データベースを備え、指示入力もしくは予め上記仮想世界データベースに蓄積された情報にしたがって仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界の画像を表示する際の視点と、仮想世界内の環境の状態を設定する状態設定手段を備えることを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【請求項4】請求項3の仮想世界表現システムにおいて、予め仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界内の環境の状態に関する情報を仮想世界データベースに蓄積することができる指示入力手段を備えることを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【請求項5】請求項4の仮想世界表現システムにおいて、上記仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界の画像を表示する際の視点と、仮想世界内の環境の状態の少なくとも一部を予め設定し、また、上記状態の少なくとも一部をシステム稼働中に変更するための指示入力設定手段を有することを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【請求項6】請求項5の仮想世界表現システムにおいて、上記仮想世界データベースに蓄積された情報に基づいて、モーションライド装置に設置された送風装置の制御則を生成する送風機制御手段を有し、仮想世界データベースに蓄積された情報に基づいて、上記モーションライド装置の動作を生成する動作生成手段を備えることを特徴とする仮想空間生成／モーションライドシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、仮想空間生成／モーションライドシステムに係わり、特に、少なくともひとつのオブジェクトと、そのオブジェクトが存在する環境とを含む仮想世界を構築すると共に、その少なくとも一部を可視的に表示するための画像を生成し、さらにオブジェクトの動作に対応するモーションライド装置の動作を生成して仮想空間を構築する仮想空間生成／モーションライドシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】画像を生成して表示する仮想空間生成装置には、オブジェクトを含む仮想世界で生じる種々の事象に応じて画像を生成して表示する装置、実世界で生じた事象がオブジェクトを含む仮想世界に作用して仮想世界を変化させ、その仮想世界の画像を生成して表示する装置、実世界で生じた事象を、実世界をモデル化した仮想世界での事象として生成して表示する装置等がある。例えば、これらの装置として、特開平6-161477号公報にある仮想環境生成装置や特開平7-8632号公報にある3次元ゲーム装置等が挙げられる。

【0003】これらの装置では、実世界から仮想世界への入力を行うために、方向指示による入力装置、ボタンによる接触による入力装置が用いられてる。

【0004】一方、モーションライド装置は、少なくとも1名の人間（体験者）が搭乗し、予め与えられた指示入力、体験者からの指示入力、実世界で生じた事象にしたがって、モーションライド装置への動作指示が生成され、その動作指示によって生成される制御入力によって駆動装置が作動し、少なくとも1自由度方向の動作をする装置である。

【0005】これは、例えば上記仮想空間生成装置と共に、バーチャルリアリティシステム、アミューズメントシステム、災害シミュレータとして使用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、仮想世界のオブジェクトによっては、従来のモーションライド装置のような方向指示、ボタン等の入力装置では、指示入力手段として適していない場合がある。例えば、オブジェクトが馬で、乗馬体験を模擬する場合、上記のような方向指示、ボタン等の入力装置では、実世界における馬への指示入力手段とは大きくかけ離れているため、体験者が仮想的な現実感を体験することは困難である。

【0007】本発明の第1の目的は、オブジェクトの形態によって、体験者が仮想世界に指示入力を行う際に、よりリアルに演出することができる指示入力手段を提供することにある。

【0008】また、これまでのバーチャルリアリティシステムでは、オブジェクトが属する仮想世界において、仮想世界外部からの上記オブジェクトへの指示入力によらず、仮想世界の環境に対応して上記オブジェクトが自律的に自身の状態を設定する手段は存在しなかった。例えば、オブジェクトが馬で、走行中に前方に障害物が存在する時、体験者が、障害物を回避するための指示入力を行わずに、馬が障害物を回避することはない。

【0009】本発明の第2の目的は、仮想世界の環境に対応してオブジェクトが自律的に自身の状態を設定する状態設定手段を提供することにある。

【0010】また、これまでのバーチャルリアリティシステムでは、仮想世界内のオブジェクトは、システム内に予め設定された形態及び動態に関する情報に従い、体験者が所望するようにオブジェクトの形態及び動態を設定することは容易ではない。本発明の第3の目的は、仮想世界におけるオブジェクトの形態及び動態に関して、体験者もしくは体験者以外の第3者が自由に設定できるような指示入力手段を提供することにある。

【0011】また、これまでのバーチャルリアリティシステムでは、体験者以外の人間が所望する画像を表示することができず、予め与えられた視点から仮想世界を描写した画像しか観察することができなかった。例えば、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）によって表示される画像は、上記HMDを装着している体験者しか観察することができない。

【0012】本発明の第4の目的は、体験者以外の第3者が、所望する視点から所望する画像を指示選択できるような指示入力設定手段を提供することにある。

【0013】また、実世界での乗馬体験において、体験者はオブジェクトの動きだけでなく周囲の環境、例えば気温、天候、風等の影響を受けているが、これらの影響による効果を、画像生成装置によって生成された仮想世界の画像と同期して演出してリアリティを向上させることは容易ではない。

【0014】本発明の第5の目的は、オブジェクトを含む仮想世界の環境属性情報に基づいて、オブジェクトの周囲の環境を表現する周辺機器を提供し、体験者のリアリティを向上することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的は指示入力システムが、モーションライド装置表面の少なくとも一部分で、入力装置と指示入力測定手段との間の接触回数および、接触の際の衝撃力を指示入力として検出して、それを予め設定した評価基準にしたがって指示の内容を認識し、その指示内容を上記仮想世界表現システム

に通信する指示内容認識手段を有する第1の態様により達成することができる。

【0016】上記第2の目的は、上記第1の態様において、仮想世界に含まれるオブジェクトの状態に関する情報を蓄積する仮想世界データベースを備え、予め上記仮想世界データベースに蓄積された情報にしたがって仮想世界に含まれるオブジェクトの状態を設定する状態設定手段を備える第2の態様により達成することができる。

【0017】また上記第3の目的は、上記第2の態様において、更に予め仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界内の環境の状態に関する情報を仮想世界データベースに蓄積することができる指示入力手段を備える第3の態様により達成することができる。

【0018】また上記第4の目的は、上記第3の態様において、上記仮想世界に含まれるオブジェクトと、仮想世界の画像を表示する際の視点と、仮想世界内の環境の状態の少なくとも一部を予め設定し、また、上記状態の少なくとも一部をシステム稼働中に変更するための指示入力設定手段を有する第4の態様により達成することができる。

【0019】上記第5の目的は、上記第4の態様における仮想世界表現システムにおいて、上記仮想世界データベースに蓄積された情報に基づいて、モーションライド装置に設置された送風装置の制御則を生成する送風機制御手段を有し、仮想世界データベースに蓄積された情報に基づいて、上記モーションライド装置の動作を生成する動作生成手段を備える第5の態様により達成することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、図面を用いて説明する。

【0021】本発明の仮想空間生成／モーションライドシステムにおけるフローチャートを図1に示す。仮想空間生成／モーションライドシステムは、画像の生成、モーションライド装置の動作生成、音響の生成、及び周辺機器の制御則の生成を行う仮想世界表現システム200と、指示を入力するための入力システム100、仮想世界表現システム200で生成された、画像の可視化、音の可聴化、モーションライド装置の駆動、周辺機器の運転を行う出力システム300から構成される。仮想世界表現システム200において仮想世界が生成される。

【0022】仮想世界の例を図2に示す。仮想世界はオブジェクト、環境、カメラにより構成されている。

【0023】オブジェクトとは、仮想世界における動作主体である。例えば人間、動物、植物等の有機物、乗り物、建築物等の構造物、実世界では存在しない創造物等のいずれであっても良い。またこれらのオブジェクトが同一仮想世界内に複数存在しても良い。図2では、オブジェクトとして3頭の馬が示されている。

【0024】環境とは、上記オブジェクトが存在する空

間である。例えば、宇宙、地球、空、森林、都市、建築物内部等が挙げられる。環境はまったくの想像上のものであってもよく、実世界の物理法則等に従っている必要もない、またこれらの環境が同一仮想世界内に複数存在しても良い。図2では、環境として、空と競馬場による空間が示されている。なお、環境には時間の概念を含ませることもできる。例えば、経年変化、季節の変化等がある。

【0025】カメラは、仮想世界内のオブジェクトと環境の一方、もしくは両方の画像を可視化する際に、オブジェクトの一部もしくは全体の領域を指定するための仮想デバイスである。図3にカメラの設定例を示す。図3の例では演出カメラ、ジョッキー視点カメラ、オブジェクト視点カメラ、オブジェクト中心カメラ、オブジェクト追尾カメラの5種類のカメラが設定されている。

【0026】演出カメラは、図中の原点0を中心とする仮想世界座標上で位置が固定されており撮影方向のみを変化させることができる。その他のカメラはオブジェクトの位置の変化に対応して仮想世界上での位置と撮影方向を変化させる。

【0027】ジョッキー視点カメラは体験者の視点から観察される仮想世界画像を指定するもので、HMDからのカメラ位置入力により、仮想世界内における位置、撮影方向が決定される。

【0028】オブジェクト視点カメラは、オブジェクトの視点位置（図の例では馬の目の位置）におかれ、オブジェクトの進行方向の仮想世界を指定する。

【0029】オブジェクト中心カメラは、オブジェクトの中心位置から一定距離の位置に設定されたカメラで常にオブジェクト中心方向に視点が設定されている。

【0030】オブジェクト追尾カメラは、オブジェクトが時間 t だけ過去の、時刻 $(t-dt)$ におけるオブジェクトの中心位置から、時刻 t におけるオブジェクトの中心方向を指定するものである。

【0031】本システムでは、体験者以外の第3者がディスプレイ切り換え端末を使用して上記カメラのいずれかを指定し、所望する仮想世界画像を選択することができる。

【0032】本発明では画像の他に、音響を併せて出力するように構成することができる。音響は、環境の状態によって生じる背景音、オブジェクト自身が発する音、オブジェクトと環境の相互作用によって生じる音、解説者の声、音楽、仮想世界の説明を行うためのナレーション、操作方法を伝えるガイドメッセージ等が挙げられる。オブジェクト自身が発する音には、例えば、台詞、鳴き声、鼻息、オブジェクトへの指示に回答する際の応答音等がある。オブジェクトと環境の相互作用によって生じる音には、オブジェクトが環境に作用した時の衝撃音、例えば馬が地面を蹴る際の衝撃音が挙げられる。

【0033】次に、本発明の各部の概要について説明す

る。

【0034】仮想世界表現システム200は、仮想世界に含まれる各オブジェクト、環境、およびそれらを臨むカメラについて、それらの状態を設定する状態設定手段210と、状態設定手段によって設定された仮想世界の情報を蓄える仮想世界データベース220から成る。これらに加え、仮想世界表現システム200は、仮想世界データベース220の情報に基づいてオブジェクトと環境の相互作用によって付随的に生じる効果を生成する付随効果生成手段230、仮想世界データベース220の情報に基づいて音響を生成するための音響生成手段240、仮想世界データベース220の情報に基づいて仮想世界の画像を生成する画像生成手段250、仮想世界データベース220の情報に基づいて周辺機器の制御則を生成する周辺機器制御手段260、仮想世界データベース220の情報に基づいてモーションライド装置の動作を生成する動作生成手段270を備える。

【0035】状態設定手段210は、例えば、指示入力システム100から送信されるデータを受け取ると、そのデータの内容を解釈してそのデータがオブジェクト、カメラ、環境のいずれのものであるかを判断し、そのデータがオブジェクトに関するものであるならば、オブジェクト設定部211により、オブジェクトを特定の状態とするためのオブジェクト属性情報、例えば位置、運動の種別等の設定を行い出力し、そのデータがカメラの設定に関するものであるならば、カメラ設定部212により、カメラの位置および、方向を設定して出力し、そのデータが環境設定に関するものであれば、環境設定部213により背景、時刻、天候等の環境の状態を設定して出力する。

【0036】オブジェクト設定部211は、オブジェクトごとに、それぞれがとるべき状態を記述するためのオブジェクトの情報の設定および変更を行う。この情報は、新しい設定がされた時と設定された状態が実行されたとき更新されるように設定することができる。ただし、新たに設定された状態がそれまでに設定されている状態の実行に支障を与えないものであるときは、その新しい状態設定がそれまでに設定されているそれ以前に設定された状態と併存するようにしてもよい。逆に、新たに設定された状態がそれまでに設定されている状態の実行に支障を与えるときは、オブジェクトの状態は新しく設定されたものに更新される。

【0037】カメラ設定部212は、仮想世界を観察する際のカメラ位置およびカメラの方向を設定する。このカメラ位置は上述のように、仮想世界の座標系を構成する $x-y-z$ 軸から成る3次元空間上における位置とその位置における方向 $(\theta_{xc}, \theta_{yc}, \theta_{zc})$ によって設定される。

【0038】環境設定部213は、場所、背景、時刻、天候等を設定する。

【0039】状態設定手段210によって出力された情報はすべて、仮想世界データベース220に蓄積される。

【0040】カメラ情報は、上述したように、カメラ位置及び、方向ベクトルに関する情報である。

【0041】環境情報は、当該仮想世界の時刻を表す時刻情報、環境における自然現象を表す情報、環境の経時変化を表す情報、それらの情報に応じて環境をどのような画像に表現すべきかを示す画像変化情報、付随効果に関する情報が挙げられる。自然現象に関する情報としては例えば、気象等の時々刻々変化する現象の情報、地震等稀に生じる現象の情報、季節の変化、1日の変化等、周期性を示す情報がある。付随効果に関する情報としては、オブジェクトの動作に伴って生じるべき環境の局部変化についての变化パターン、局部変化を発生させるための画像要素、付随効果を発生させるための物理法則等が挙げられる。画像要素としては図4に示すような、跳ね石、土煙等を発生させるための基本的な画像データが挙げられる。物理法則としては、例えば、落下に関する運動方程式等が挙げられる。

【0042】オブジェクト属性情報は、各オブジェクトの基本的な形態および運動を示すためのデータ、例えば外形、骨格等の形態データおよび、運動時の各部の動きを示すモーションデータと、そのオブジェクトの持つ性質、例えば重量、色、性格、経時変化情報がある。経時変化情報としては例えば、オブジェクトの能力の低下等が挙げられる。具体的には、時間変化に対応させてオブジェクトの能力を更新するため情報、および、それに伴って変化する事項を定めた情報等がある。オブジェクトの能力の低下に伴って変化する事項としては例えばオブジェクトの速度等が挙げられる。

【0043】形態データとしては、例えば図5(a)、図6(a)に示すようにオブジェクトの外面を多角形で近似して表現した形状データと、図5(b)に示すように、オブジェクトのスケルトンを規定するスケルトンデータとが挙げられる。形状データは図6(b)に示すように、多角形p1、p2、p3、p4…のようにそれぞれを構成する頂点の定義と、当該オブジェクトのローカル座標系で表記される各頂点の座標と、各頂点のスケルトンを構成する各骨についての動きに対する関係率を表すデータから成る。

【0044】モーションデータに関しては、図7に示すように、オブジェクトの動きに対するスケルトンの各骨(スケルトン1、……、スケルトンn)の角度の時間変化を示す情報が挙げられる。

【0045】付随効果生成手段230は、仮想世界データベース220のオブジェクト情報及び、環境情報を受けて、オブジェクトの動きが環境の一部分に与える変化を生成する。例えば、オブジェクトが馬である場合、馬が土の地面の上を走る際に馬の足が地面を蹴ることによ

って図4に示すように地上の石が跳ね上げられ、土煙が発生する。

【0046】音響生成手段240は、オブジェクトの状態に併せて、オブジェクトが発する音、背景音、ナレーション、ガイドメッセージ、音楽等の音響情報を生成する。オブジェクトが発生する音、ナレーション、ガイドメッセージについては、例えば予め録音または合成して生成した音素片データと、台詞、感情表現音、応答音、ナレーション、ガイドメッセージ等の表現に応じた音響を生成すべき音素片の組み合わせを指定するデータとをライブラリに記憶しておく。背景音および音楽は予め環境に存在する音を記録しておき、これを音響のライブラリとして保存しておき、必要に応じて再生することができる。なお、音の発生源に位置が関係する場合にはその位置を示すデータも併せて記録しておく。これらは仮想世界データベース220内に構築してもよい。

【0047】画像生成手段250は、オブジェクト、環境、及び、付随効果について、それぞれの情報を基に、仮想世界の近い将来の状態を求め、求められた状態に基づいて時々刻々画像を生成し、それらを合成する。画像は逐次生成され、全体として動画像を形成する。なお、制止画像を形成するようにしてもよい。画像生成手段250は仮想世界データベース220の保存されているオブジェクト情報に基づいて、オブジェクトの近い将来の状態を求める。そして、この近い将来の情報と、カメラ属性情報とを参照してオブジェクトの画像を生成する。これには、HMDを出力とする画像も含まれる。また、仮想世界データベース220の環境情報によって指定される次の環境の状態を、仮想世界データベース220のカメラ設定情報を参照して環境の画像を生成する。さらに、付随効果生成手段230によって生成された付随効果について、カメラ情報を参照して画像を生成する。

【0048】動作生成手段260は、仮想世界データベース220のオブジェクト情報および環境情報に基づいてオブジェクトの近い将来の状態を求め、求められた状態に基づいて、時々刻々モーションライド装置の動作に関する制御則を生成する。

【0049】周辺機器制御手段270は、仮想世界データベース220のオブジェクト情報、及び環境情報に基づいて、周辺機器の制御を行う。例えば周辺機器として送風機を制御する際には、オブジェクト属性情報としてオブジェクトの設定速度等に関する情報を参照し、環境属性情報として天候、気温等の情報によって、送風機から送り出す空気の温度、風量、湿度等を調節する。

【0050】出力システム300は、音を出力するための音響装置310、画像を表示するための表示装置320、駆動装置330、周辺機器340を備える。

【0051】音響装置310はステレオ再生が可能なように少なくとも2チャンネルのオーディオアンプとスピーカとで構成される。また、立体的な音響再生を行うた

めに、マルチチャンネルのオーディオアンプ及びスピーカを用いることもできる。また、ヘッドホンを用いることもできる。

【0052】表示装置320は、大画面を実現するには、高精細大画面CRTディスプレイ、大型スクリーンへのプロジェクタによる投影、複数の表示装置を配置したマルチビジョン等を使用することができる。また、複数の表示装置を用いることによって多くの異なる画像を提供することができる。また、表示装置としてディスプレイと併用してHMDを使用することもできる。このような出力装置を用いると体験者があたかも馬に騎乗しているかのような存在感をもたせることができ、臨場感を高めることができる。

【0053】駆動装置330はモーションライド装置により構成される。モーションライド装置は複数の体験者が同時に搭乗できてもよく、また、駆動部は多自由度の運動をモーションライド本体に与えることができる。

【0054】周辺機器340としては、風を送風することができる送風機だけでなく、スモークを出すことができる噴霧機、臭気を散布することができる臭気生成機、スポットライトやストロボライト等の照明を生成できる照明機器等が挙げられる。

【0055】指示入力システム100は、指示入力手段110と指示入力設定手段120によって構成される。

【0056】指示入力手段110では、センサに伝えられた指示入力情報を検知し、量、回数、方向等を予め設定されたデータ形式に変換する。また、HMDを使用する際には、体験者の頭部の位置情報及び首の方向に関する情報も同様に扱われる。センサの例としては、張力センサ、接触センサ等が挙げられる。張力センサでは引張の方向を検知するために複数のセンサを使用することもできる。接触センサも複数使用して入力部を複数設けてもよい。具体的には、馬を模擬したモーションライド装置の左右に張力センサに接続した紐を手綱として、図8のように体験者の手によって方向、引張力、引張頻度を調節して入力を行う。接触センサでは必ずしもムチを使用する必要はなく、接触における接触力、接触頻度等を接触センサに伝えることができるものならよい。また体験者の手などの身体の一部による入力も可能である。ムチによる入力と出力の関係を図9に示す。これらのオブジェクトへの指示入力とオブジェクトの状態の変化の関係の例を図10に示す。図10の例では馬へのムチもしくは手綱による指示入力が行われた際の馬の状態変化が示されている。また、HMD内には予め、体験者の頭部の位置情報及び首の方向を検知するためのセンサが組み込まれている。

【0057】指示入力設定手段では、仮想世界を構築するために予め設定しておかなければならない初期設定を入力するための初期設定入力部と、体験者以外の第3者が表示装置に表示する仮想世界の画像を選択するためのカメ

ラ位置入力部から構成される。

【0058】初期設定入力としては、体験者によるオブジェクトの設定、環境の設定等がある。オブジェクトの設定の例としては、予め仮想世界データベースに設定されている過去の名馬の選択、競技場のレイアウト、天候等が挙げられる。

【0059】カメラ位置入力部では、システムが静止もしくは稼働中に、体験者以外の第3者が、例えばディスプレイ切り換え端末を使用して、表示装置に表示する仮想世界の画像を選択できる。ここでは、体験者が見ているHMD内の画像をディスプレイに表示して楽しむこともできる。

【0060】次に本発明についてより具体的に説明する。

【0061】図11に本発明を適用したシステムの機器構成図を示す。

【0062】図11に示すように本システムは機器別に体験者用入出力システム400、観客用入力システム500、仮想世界表現システム600、出力システム700に分類することができる。これらの機器はEthernet等のネットワーク800を通して相互に通信を行うことができる。

【0063】体験者用入出力システム400は、体験者に仮想世界の画像を表示するHMD装置410と、体験者が搭乗して仮想世界と対話を行うモーションライド装置420、及び上記モーションライド装置へ入力を行うためのムチ430から構成される。

【0064】観客用入力システム500は、体験者以外の第3者が出力システムにより映し出される画像の中から所望の画像を選択するために使用されるディスプレイ切り換え端末510により構成される。

【0065】仮想世界表現システム600は、観客用入力システム500、及び体験者用入出力システム400からの情報を元に、仮想世界を構築し、この仮想世界の情報を体験者入出力システム400及び出力システム700に送信する。

【0066】出力システム700は仮想世界表現システム600からの音の情報および画像情報をそれぞれ立体音響システムおよび複数のディスプレイに出力する。

【0067】体験者用入出力システム400は、仮想世界表現システム600とのインターフェースである計算機640によって制御される。これを図12を参照しながら説明する。具体的にはこのシステムは、モーションライド装置の構成要素であるモーションライド駆動部421、送風機制御部422、張力センサ423、接触センサ424、HMD装置410、HMD内に設けられている頭部位置センサ411、仮想世界の情報を蓄積する仮想世界データベース220、A/Dコンバータ801、D/Aコンバータ802、計算機の内部CPU641、システムの全体を制御するための制御手順を格納する全体

制御手段格納部643, HMDの画像生成するための画像生成手順格納部644, モーションライド装置の動作を生成するための動作生成手順格納部645, このPCのメモリ上の作業領域646, 頭部位置データ格納領域647, グラフィックアクセラレータ660から成り、これらが上記PCのバス642によって接続されている。

【0068】音響生成に関する機器構成は、仮想世界表現システム600の構成要素である計算機630, 出力システムの構成要素であるマルチチャンネルアンプ710, スピーカ・ヘッドホン等の音響装置720から成る。より具体的に説明すると図13に示すように、計算機620の指示入力処理を実行するための処理を行うCPU621, 外部記憶装置上に構築された音響ライブラリ627, システムの全体を制御するための制御手順を格納する全体制御手段格納部623, 音響発生手順格納部624, CPU621が実行各種命令を実行するためのメモリ上の作業領域625, 楽器デジタルインターフェース(MIDI I/F)626, 仮想世界データベース220から成り、これらが上記計算機のバス622によって接続されている。

【0069】ディスプレイに画像を表示するための機器構成は、仮想世界表現システム600の構成要素である計算機610と、大画面ディスプレイを含むディスプレイ一式730から成る。より具体的に説明すると、図14に示すように計算機内部CPU611, システムの全体を制御するための制御手順を格納する全体制御手段格納部613, 仮想世界の状態を時々刻々設定するための手順が格納されている状態設定手順格納部614, 画像を生成するための手順が格納されている画像生成手順格納部615, CPU611が実行各種命令を実行するためのメモリ上の作業領域616, 付随効果を生成するための手順が格納されているメモリ上の作業領域617, 画像を生成するためのデータを格納するためのメモリ上の画像生成データ格納領域618, ディスプレイ指定情報格納部619, 仮想世界データベース220から成り、これらが上記PCのバス612によって接続されている。

【0070】次に、本発明の仮想空間生成/モーションライドシステムについて、その動作について説明する。ここでは、オブジェクトを馬、環境を競馬場として説明を行う。

【0071】まず、指示入力システムについて説明する。

【0072】指示入力システムは、より具体的に言えば図15の手綱、図16のムチ、図17のHMD装置、仮想世界データベース220, 各モーションライド装置用の計算機640, 図18の画面切り換え端末510によって構成される。

【0073】手綱は図15に示すように手綱、および左右の手綱センサから成り、左右のセンサに加えられる引

張力および引張方向を検出する。このデータは図12のA/Dコンバータ801に送信されデジタルデータに変換され、仮想世界データベース220に格納される。

【0074】図9に示すようにムチによる入力、ムチおよびムチセンサから成り、圧力センサによって接触力、接触時刻を検出し、このデータは図12のA/Dコンバータ801に送信されてデジタルデータに変換され、仮想世界データベース220に格納される。

【0075】HMDによる入力については、HMD内部の頭部位置センサによって得られる頭部位置、および操作者の首の方向に関するデータが、図12のA/Dコンバータ801に送信されてデジタルデータに変換され、仮想世界データベース220に格納される。

【0076】また、画面切り換え端末510によって指定されるカメラ設定に関する情報は、図14のディスプレイ指定情報格納部619に格納される。これらの作業は全体制御手段格納部643に納められている全体制御手順をCPU641が実行することにより行われる。

【0077】次に、仮想世界表現システム200について説明する。

【0078】図19に仮想世界表現システムで行われる状態設定の概要を示す。仮想世界の状態の設定は計算機610によって行われる。図14の全体制御手段格納部613に納められている全体制御手段がCPU611によって実行され、状態設定手順格納部614に納められている状態設定手順が実行される。

【0079】まず状態設定手段はオブジェクト設定211を行う。

【0080】指示入力処理では、先に仮想世界データベースに入力された各モーションライド装置のムチ入力、手綱入力に関する情報を引き出し、これらの入力パターンから指示内容を認識する。これ以降の作業は作業領域616上で行われる。

【0081】図20にマクロ処理の概要を示す。マクロ動作処理ではまず、仮想世界における衝突可能性の判断を行う。衝突可能性は、相互オブジェクト間の距離と、相対速度を用いて判定する。衝突の可能性がある場合は、衝突を回避するために回転処理により進行方向を転換する。衝突可能性がない場合には、オブジェクトについて、どの指示が設定されているかを調べる。ここで何も入力がない場合にはデフォルトの指示を適用することができる。そしてその指示に関する処理である走行処理を行う。走行処理には、減速、加速、直進、ジャンプ等がある。

【0082】走行処理については、図21を参照して説明を行う。図21はオブジェクトである馬の走行運動に関する処理を行う。この例では馬の目標とする走行速度が与えられている。そして常に馬の蹴り込み速度を調節する。蹴り込みの最初のタイミング毎に、蹴り込みの強さ、周期を決める。通常の蹴り込み(強さ1, 周期T)

で、速度 V_0 になるとして、目標速度が V の場合には、補正係数 c を求める。この時周期は、 T/c 、強さは C とする。1回の蹴り込みの動きは、モーション基本データを参照して求める。これを強さ、周期に従って修正する。 θ は関節角度である。

【0083】図21において状態設定手段は、蹴り込みの開始 $t=0$ 、または、 $t>T/c$ であるか否か判断し、該当する場合は、希望速度から蹴り込みの補正係数を算出する。そして、経過時間をクリアする。その後、時刻の正規化を行う。すなわち、 $t'=t/c$ とする。次に各関節について走行モーションの取り出しを行う。この走行モーションは図5(b)に示すように、スケルトンの各部の角度の時間変化で与えられる。そこで、この走行モーションを関節の角度を変えて修正する。これにより、走行状態が変化することになる。この状態で、加速度を設定する。この加速度は、初期加速度 a_0 に補正係数 c の2乗を乗じたものである。ここで時刻を更新する。そして回転の指示入力があるかどうかを調べ、ある場合には回転処理を行い、ない場合には運動処理に移行する。

【0084】回転処理については図22を参照して説明する。

【0085】オブジェクトである馬は、目標とする方向転換の角度とそれに要する時間が与えられている。方向転換をするためには身体を曲げる必要がある。身体を曲げる関数についてはモーションの基本データを参照して決める。図22では、まず回転の開始が $t=0$ であるか否かを調べる。該当する場合は、回転時間 T の設定、回転角度 α_0 、 β_0 、 γ_0 の設定を行う。その後、経過時間 t のクリアを行う。次に回転モーションの取り出しを行う。ここで回転モーションは、図5(b)に示すように、スケルトンの各部の角度の時間変化の関数である。ここでも上記走行の場合と同様に、関節の角度を変更して、オブジェクトの方向の修正を行う。そして、時刻の更新をおこなう。

【0086】運動処理では、環境における物理法則に従って、馬の運動を記述する。具体的には、運動方程式に従って馬の位置を変更する。また、これに伴って、音響処理、後述する付随効果のための情報を出力する。図23において、まず通常状態での推進力を f_0 としたとき速度を変えるための蹴り込みによる推進力 f を補正係数 c を用いて算出する。また、オブジェクトが進行することに対するダンピング力 d をダンピング係数を γ として、 $d=\gamma \cdot v$ により求める。次に加速度 a を求める。加速度 a はオブジェクトの質量を m とすると推進力 f とダンピング力 d との差から求めることができる。この加速度 a とタイムステップ Δt と現在の速度 v とから、速度 v' を求める。さらに、現在の位置 P と速度 v とから1タイムステップ後の位置 P' を求める。

【0087】次に状態設定手順はカメラ設定を行う。図

24においてカメラはカメラ位置 C_p 、カメラ撮影角度 C_θ により設定しこの情報を仮想世界データベース220に保存する。図7に示したようにカメラの撮影形態は、演出カメラ、ジョッキー視点カメラ、オブジェクト視点カメラ、オブジェクト中心カメラ、オブジェクト追尾カメラの5つの設定が可能である。なお、ここで P は予め設定されたオブジェクトの位置、 O_p はオブジェクトの中心位置、 O_θ はオブジェクトの方向である。

【0088】最後に状態設定手順は環境の設定を行う。環境は、例えば経時変化や、先に更新されたオブジェクトの状態変化により新たに更新される。

【0089】以上、状態設定手段によって設定された仮想世界の状態に関するデータは、仮想世界データベース220に保存される。

【0090】次に付随効果の設定について説明する。

【0091】付随効果の生成については上記仮想世界データベース220に保存された仮想世界の状態に関するデータを使用して、付随効果生成手順格納部617にある付随効果生成手順がCPU611により生成する。以下の説明では、付随効果として馬が地面を蹴り込む際に地上に与える影響を例として説明する。具体的には地上から跳ね上がる砂、石、芝、水等の跳ね上げ物、及び土煙等を取り扱う。これらを図25に示す。ここではそれらをどのように発生させるかについて説明する。

【0092】小石等の跳ね上げ物については、付随効果生成手段はオブジェクトである馬が地面を蹴り込む位置から、蹴り込みによる推進力 f および地面の環境に従い、予め設定される方向 θ へ、初速度 v で一定量の小石等を発射する。これらが重力加速度、風等の物理法則に従って地面に落下するまでの運動の軌跡表現する。

【0093】また煙等の表現に関しては、オブジェクトの走行速度 v 、環境等に従って、馬の後方に一定時間だけこれらの表現を行うように設定する。

【0094】上記付随効果に関するデータは仮想世界データベース220に蓄積される。

【0095】次に画像の生成について説明する。

【0096】ディスプレイの画像の生成については、計算機610で行う。

【0097】具体的には、図14の画像生成手順格納部615に納められている画像生成手順がCPU611によって実行され、仮想世界データベース220に収納されている仮想世界の状態に関するデータ、及び付随効果に関するデータを参照して生成される。この際、座標変換等の計算についてはグラフィックアクセラレータ620を使用することにより、高速に画像を生成することが可能となる。生成された画像はRGB変換機を通してディスプレイに表示される。

【0098】HMD内の画像の生成については、各モーションライド装置用の計算機640で行う。具体的には、図12の全体制御手段格納部643に納められてい

る全体制御手段がCPU641によって実行され、画像生成手段格納部644に納められている画像生成手順が実行される。これが仮想世界データベース220に納められている他のモーションライド装置の位置、頭部位置データ格納領域647にそれぞれ保存されている張力データ格納を参照して画像を生成する。ここでも、座標変換等の計算についてはグラフィックアクセラレータ660を使用することにより、高速に画像を生成している。

【0099】次にモーションライド装置の動作の生成に関して説明する。

【0100】モーションライド装置の動作の生成は、各モーションライド装置用の計算機640で行う。具体的には、図12の動作生成手順格納部に納められている動作制御手順644がCPU641によって実行され、仮想世界データベース220に納められているオブジェクトの位置データ、速度、加速度等の動作に関するデータを参照して生成する。生成されたモーションライドの動作はデジタル／アナログコンバータ802を経由してモーションライド駆動部に送信される。

【0101】次に、送風機の制御について説明する。

【0102】送風機の制御則の生成は、各モーションライド装置用の計算機640で行う。具体的には、図12の周辺機器制御手段格納部に納められている周辺機器制御手段がCPU641によって実行され、仮想世界データベース220に納められている環境に関するデータ、及びオブジェクトの速度等のデータを参照して生成する。生成された制御則はデジタル／アナログコンバータ802を経由して送風機の制御部422に送信される。

【0103】最後に、出力システムのうちモーションライド装置100について説明を行う。

【0104】このモーションライド装置は図26に示すように、3自由度をもつ4つのアクチュエータからなるモーションライド駆動部によって動作する。つまり体験者が搭乗するモーションライド本体部は6自由度を有し、アクチュエータの動作範囲内で自由に運動することができる。

【0105】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、オブジェクトの形態および動態に適した指示入力システムと、オブジェクトの動態にしたがって体験者に空気流を送風する送風機を備えることにより体験者の臨場感を向上することができる。また、体験者以外の第3者が仮想

世界の画像を観察する際に所望の視点を設定できるため、体験者以外の第3者も仮想空間生成／モーションライドシステムによって生成される仮想空間を楽しむことができる。さらに、体験者による指示入力なしに、オブジェクトが仮想世界における環境の変化に対応して自律的にオブジェクト自身の状態を変化することができ、よりリアルな仮想世界を構築することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】仮想空間生成／モーションライドシステムにおけるフローチャート。

【図2】仮想世界イメージ図。

【図3】カメラ設定説明図。

【図4】付随効果説明図。

【図5】オブジェクト形態データ説明図(1)。

【図6】オブジェクト形態データ説明図(2)。

【図7】オブジェクトモーションデータ説明図。

【図8】手綱による指示入力の説明図。

【図9】ムチによる指示入力の説明図。

【図10】オブジェクトの状態遷移図。

【図11】機器構成図。

【図12】体験者用入出力システム説明図。

【図13】出力システムにおける音響機器説明図。

【図14】ディスプレイ用の画像生成機器説明図。

【図15】手綱部説明図。

【図16】ムチ説明図。

【図17】HMD装置説明図。

【図18】画面切り換え端末説明図。

【図19】仮想世界表現システムで行われる状態設定の概要説明図。

【図20】マクロ処理の概要説明図。

【図21】走行処理説明図。

【図22】回転処理説明図。

【図23】運動処理説明図。

【図24】カメラ設定説明図。

【図25】付随効果生成説明図。

【図26】モーションライド駆動部説明図。

【符号の説明】

410…HMD装置、420…モーションライド装置、430…ムチ、500…観客用入力システム、600…仮想世界表現システム、720…音響装置、730…ディスプレイセット。

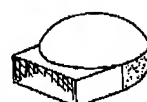
【図16】

図 16



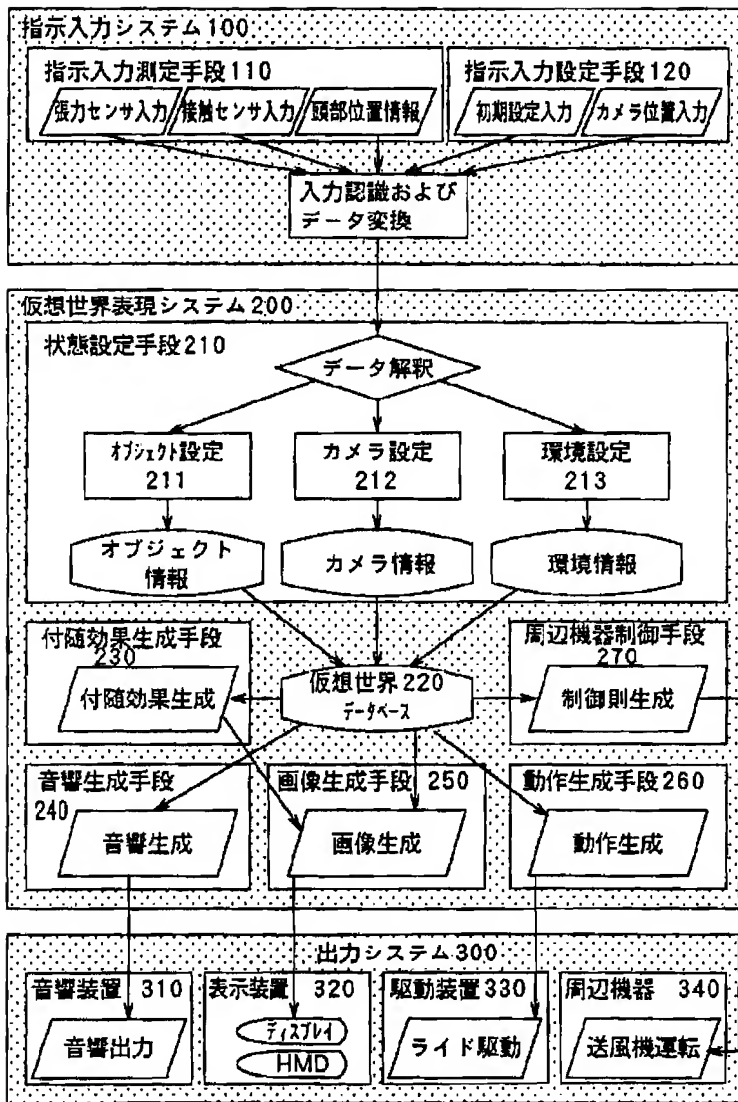
【図17】

図 17

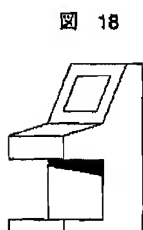


【図1】

図 1

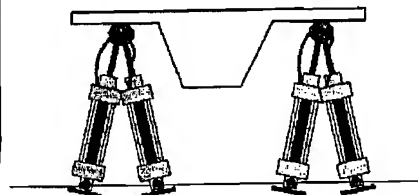


【図18】



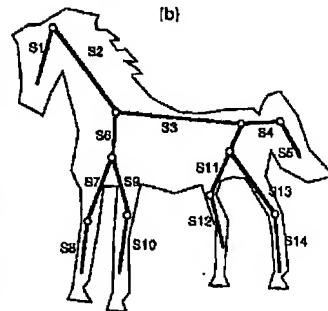
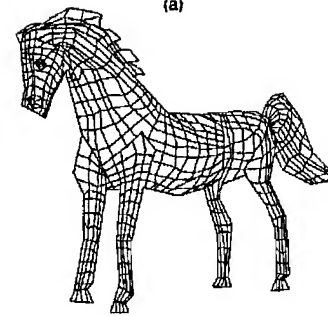
【図26】

図 26



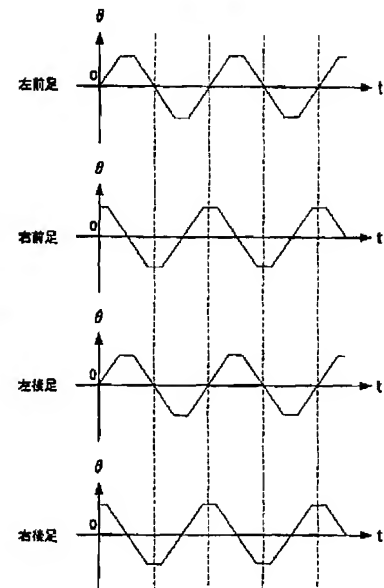
【図5】

図 5



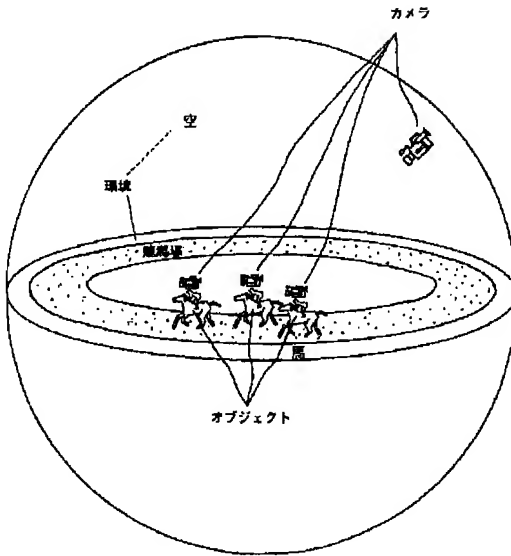
【図7】

図 7



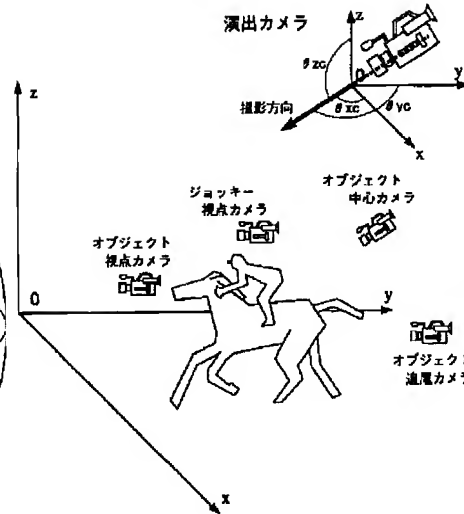
【図2】

図 2



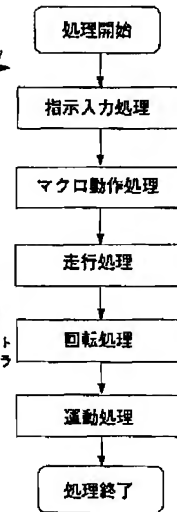
【図3】

図 3



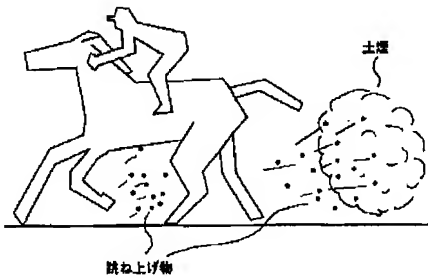
【図19】

図 19



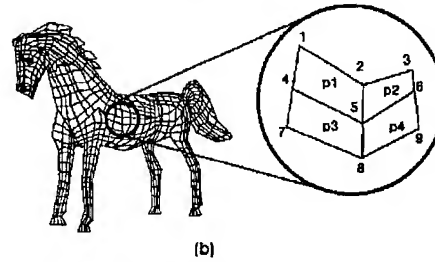
【図4】

図 4



【図6】

図 6



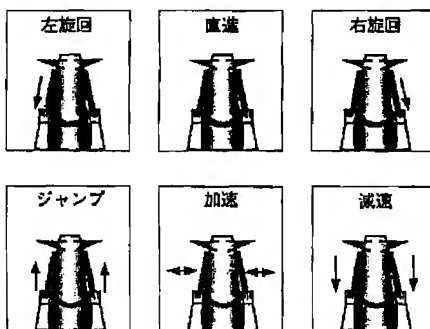
(b)

平面	頂点1	頂点2	頂点3	頂点4
p1	1	2	4	5
p2	2	3	5	8
p3	4	5	7	8
.
.

No.	x	y	z	骨1	骨2	骨3
1	1	1	5	0.9	0.3	0.4
2	2	3	4	0.5	0.2	0.6
3	1.5	6	4	0.7	0.3	0.8
.
.

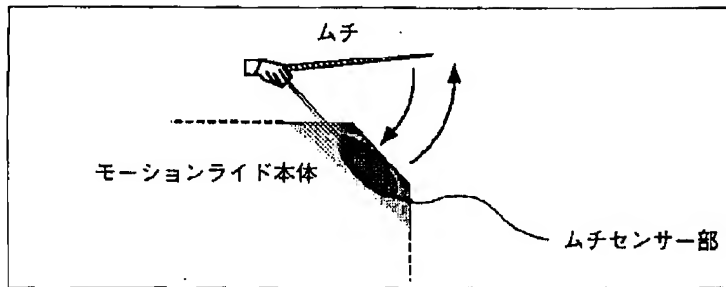
【図8】

図 8



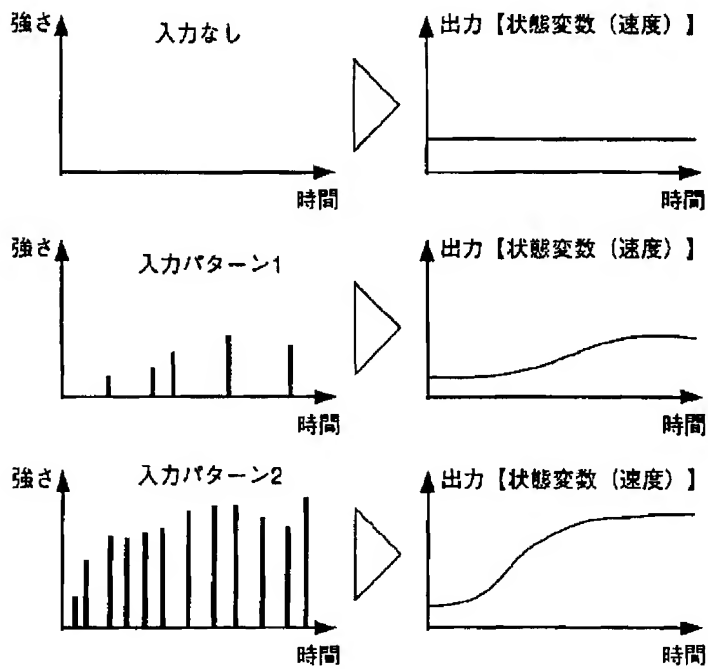
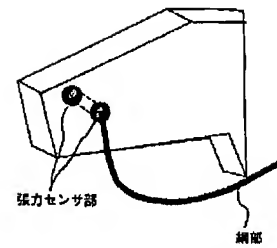
【図9】

図 9



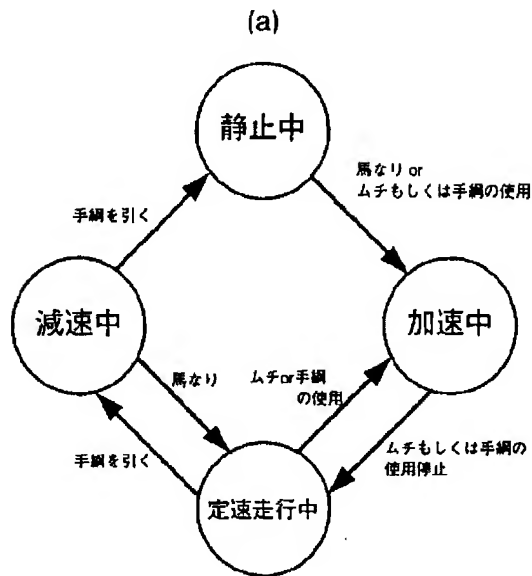
【図15】

図 15



【図10】

図 10

(b)

```

graph TD
    A((馬なり  
直進)) -- "手綱を左に引く" --> B((左旋回))
    B -- "手綱を右に引く" --> A
    A -- "手綱を右に引く" --> C((右旋回))
    C -- "手綱を左に引く" --> A
    B -- "手綱を左に引く" --> D((ジャンプ))
    D -- "手綱を右に引く" --> B
    C -- "手綱を右に引く" --> D
    D -- "手綱を左に引く" --> C
  
```

【図11】

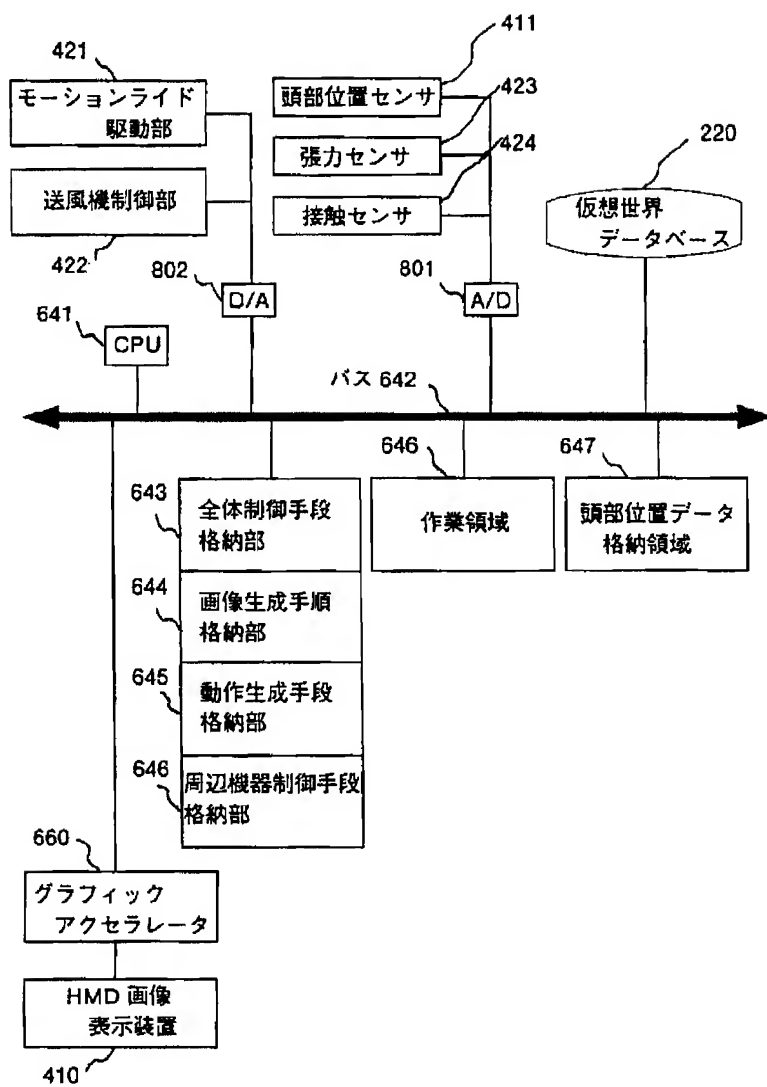
図 11

【図25】

図 25

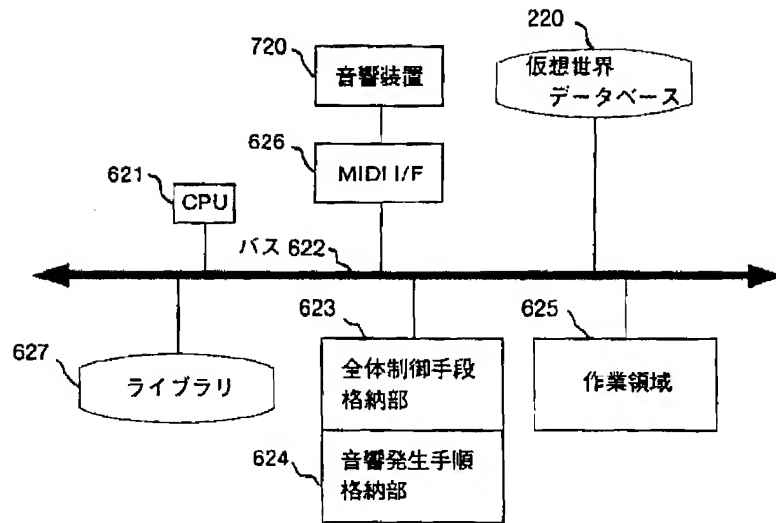
【図12】

図 12



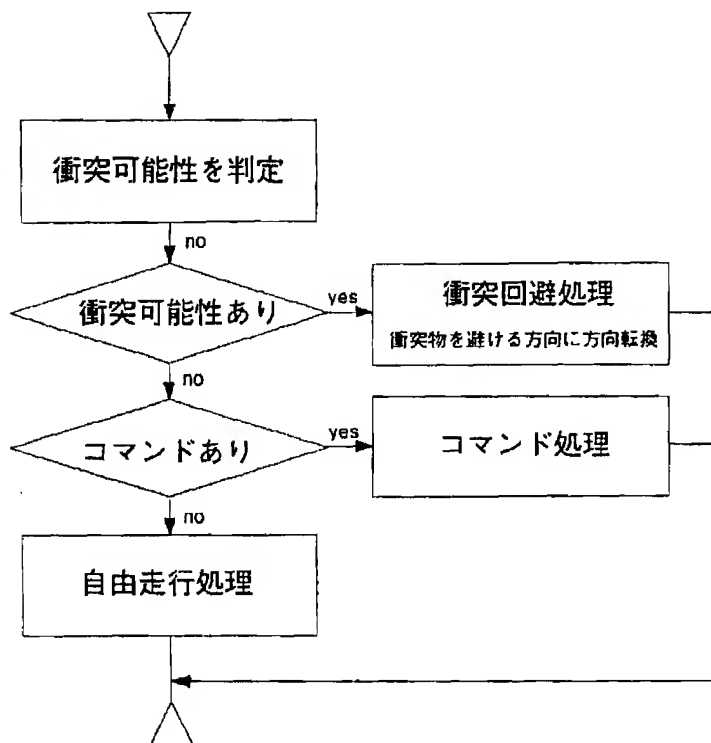
【図13】

図 13



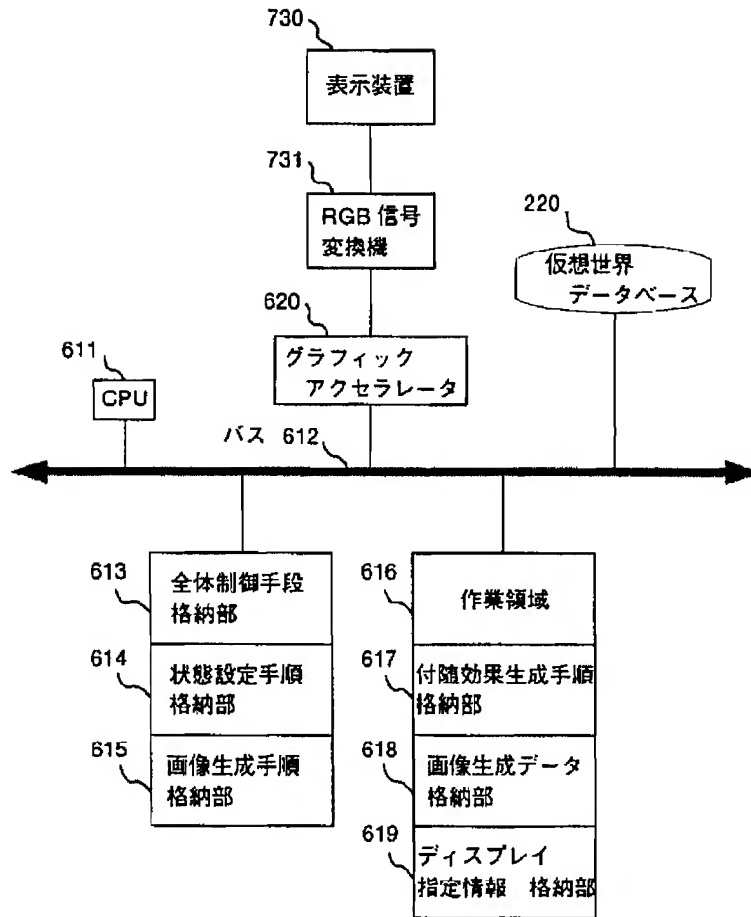
【図20】

図 20



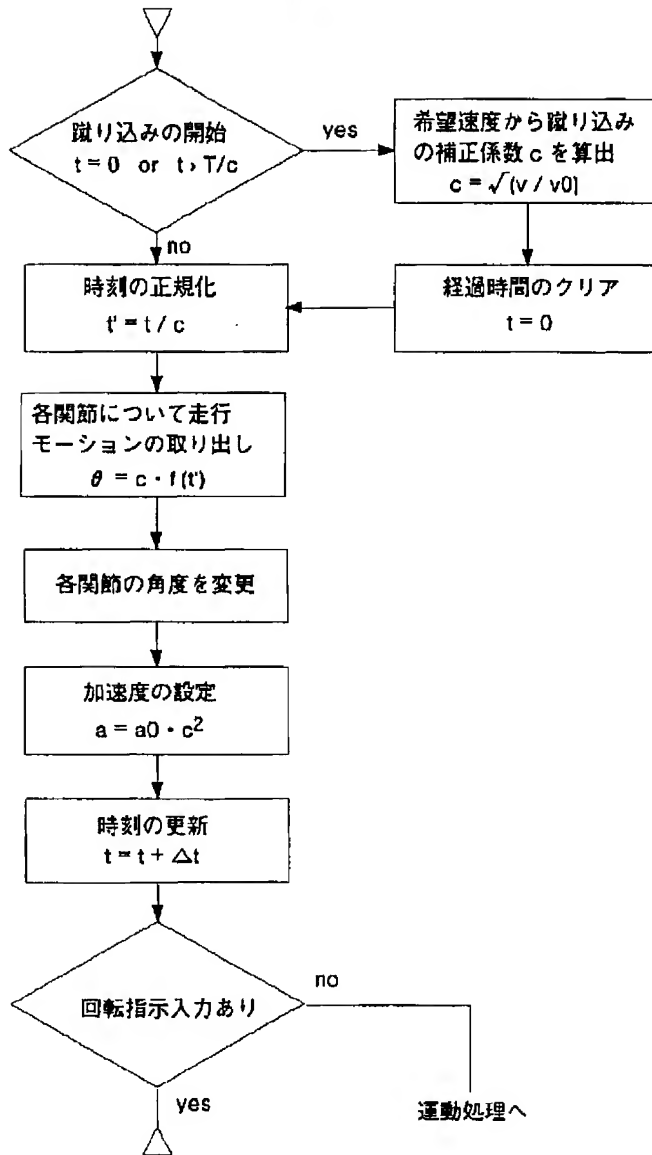
【図14】

図 14



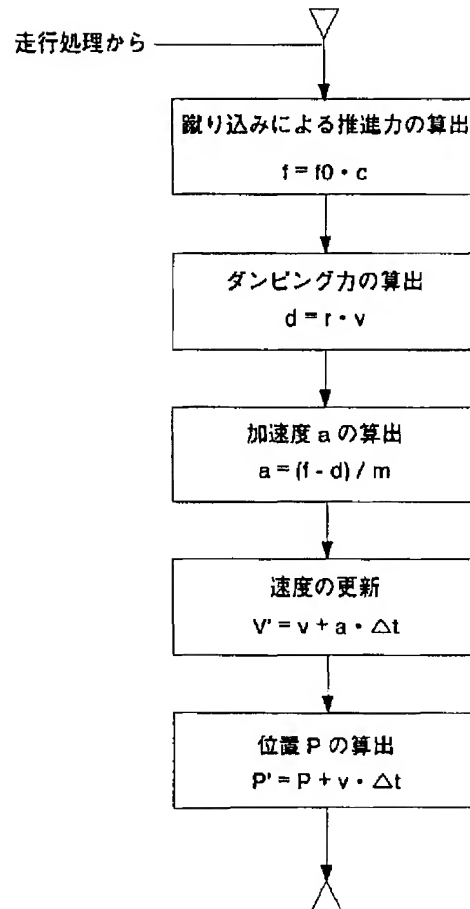
【図21】

図 21



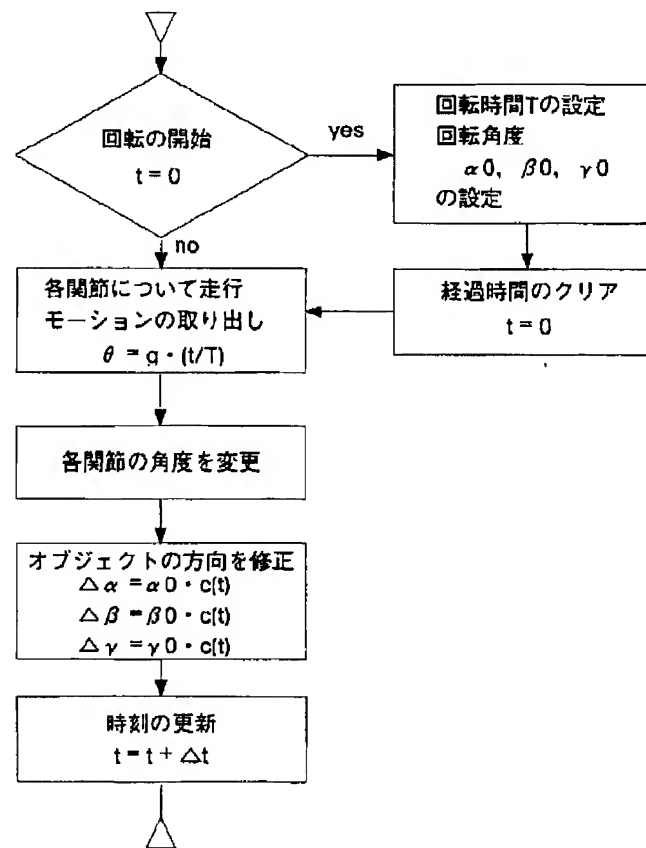
【図23】

図 23



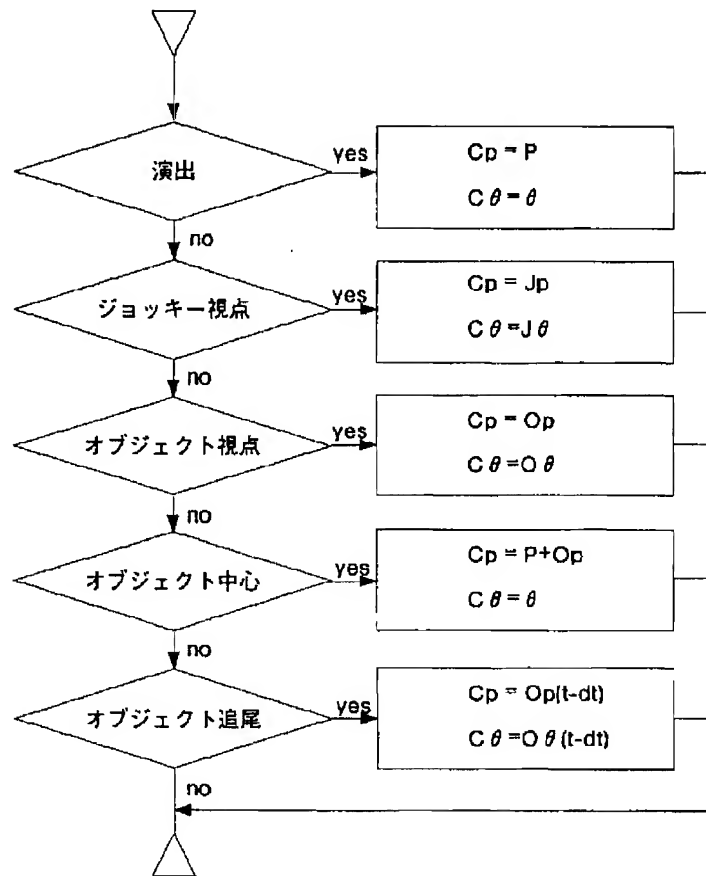
【図22】

図 22



【図24】

図 24



フロントページの続き

(72)発明者 栗原 恒弥
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 矢野 晴一
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 株式会社日立製作所内

(72)発明者 浜野 俊二
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所デザイン研究所内